引用格式：杨锡怡, 张玲玲, 柳卸林, 等. 强化优化专业人才队伍建设 提升重大科技基础设施效能. 中国科学院院刊, 2024, 39(4): 737-747, doi: 10.16418/j.issn.1000-3045.20240206001.
Yang X Y, Zhang L L, Liu X L, et al. Strengthen and optimize professional talent team building to enhance effectiveness of large-scale research infrastructures. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2024, 39(4): 737-747, doi: 10.16418/j.issn.1000-3045.20240206001. (in Chinese)

强化优化专业人才队伍建设 提升重大科技基础设施效能

杨锡怡[1]　张玲玲[2,3,4]　柳卸林[1,2]　周小宇[1*]

1 上海科技大学　创业与管理学院　上海　201210
2 中国科学院大学　经济与管理学院　北京　100190
3 中国科学院大数据挖掘与知识管理重点实验室　北京　100190
4 中国科学院大学　数字经济监测预测预警与政策仿真教育部哲学社会科学实验室（培育）
北京　100190

摘要　重大科技基础设施（以下简称“大设施”）的建设和运行不仅涉及基础科研问题，还涉及复杂的工程和管理问题。强化优化专业人才队伍建设是全面提升大设施效能的关键因素。目前我国在大设施人员经费支持、人才考核和激励制度建设上对设施专业工程、技术和管理人才的关注不足，严重降低了大设施专业人才队伍的稳定性和工作积极性，进而直接制约了大设施科学和社会效益的发挥。通过对我国多个大设施进行调研，梳理了在人才队伍建设方面的问题与困难。在此基础上，结合国际相关设施的先进经验，提出了3点政策建议，旨在推动我国更好地依托大设施建设世界科技强国。

关键词　重大科技基础设施，人才队伍建设，经费管理，绩效考核

DOI　10.16418/j.issn.1000-3045.20240206001

CSTR　32128.14.CASbulletin.20240206001

重大科技基础设施（以下简称“大设施”）是为探索未知世界、发现自然规律、实现技术变革提供极限研究手段的大型复杂科学研究系统，是突破科学前沿、解决经济社会发展和国家安全重大科技问题的物

*通信作者

资助项目：国家自然科学青年基金项目（72304184、72102145），国家自然科学基金面上项目（72071194），中国科学院大学数字经济监测预测预警与政策仿真教育部哲学社会科学实验室（培育）基金项目（E2810801）
修改稿收到日期：2024年4月2日

质技术基础①。党的十八大以来，习近平总书记多次强调要加快建立世界一流的重大科技基础设施群。2023年2月21日，习近平总书记在中共中央政治局第三次集体学习中指出“要科学规划布局前瞻引领型、战略导向型、应用支撑型重大科技基础设施，强化设施建设事中事后监管，完善全生命周期管理，全面提升开放共享水平和运行效率”[1]。这对我国大设施的管理水平和效能发挥提出了更高要求。

我国大设施的建设最早可以追溯到“两弹一星”计划，自2000年以来进入快速发展期。2007年由国家发展和改革委员会、科学技术部、教育部编制的《国家自主创新基础能力建设“十一五”规划》，启动了散裂中子源、强磁场装置、大型天文望远镜等12项大设施项目。2013年国务院发布的《国家重大科技基础设施建设中长期规划（2012—2030年）》明确了要瞄准科技前沿和国家重大战略需求逐步完善重大科技基础设施体系。2017年国家发展和改革委员会会同相关部门发布了《国家重大科技基础设施建设“十三五”规划》，提出进一步强化国家重大科技基础设施对经济社会发展、国家安全和科技进步的支撑保障作用，建设目标是“到2020年，重大科技基础设施建设和运行总体技术水平进入国际先进行列，运行和使用效率整体达到国际先进水平，一批设施的技术指标居国际领先地位”。

然而，目前我国大设施在建设和运行过程中也暴露出了一些问题，一些设施的效能未能充分发挥，关键原因之一是大设施专业人才队伍建设不足。① 受到“重设备、轻人员”财政传统的影响，目前国家在大设施的建设阶段一般只提供设备费和基建费，不提供人员经费。科研院所和高校等大设施依托单位负责组建一支专职的研制、工程、管理人员队伍并负责大部分人员经费[2]。然而，如果依托单位没有较足够的设施专职人员编制或额外经费，设施建设人员往往需要承担更多的工作量或面临较低的待遇。因此产生的人员流失和人才队伍不稳定问题将直接影响大设施建设进度。② 由于大设施具有大型复杂系统工程的属性，涉及科学、技术、工程和管理等多层面的交叉问题[3]，除了科研人员，其建设和运行还依赖一支高素质的专业技术人才和管理人才队伍。其中，专业技术人才包括设施工程建设人才、实验人才（如实验科学家）和其他专业工程师等。在我国目前的科技人才评价体系中，大部分单位未能充分考虑大设施专业技术人才工作内容和方式的特殊性。这类专业技术人员的考核激励与一般科研人员没有区分，主要还是根据论文和科研项目，导致这部分人才职业发展困难，严重降低了他们的工作积极性和稳定性。技术支撑人员的激励不足将直接损害大设施的建设与运行效率，并严重制约大设施科学效益和社会效益的发挥。

在创新系统和创新链的理论中，创新涵盖了包括基础研究、应用研究、技术开发、生产和运作等在内的一系列过程[4-6]。在这个复杂过程中，需要科研人员、专业技术人员和创新管理人员等不同类型的创新人才作为主体，通过不断的互动来促进新知识、新技术和新应用的产生。对大设施而言，其不仅涉及基础研究问题，还涉及复杂的工程管理问题，以及之后的设施运行和成果转化问题[7,8]。因此，大设施发挥最大效能需要从工程、科学、技术、转化等多方面共同发力。但我国现行科技人才体系侧重于基础科研人员的培养和激励，缺乏对专业工程人才、专业技术人才、创新管理人才的关注。因此，强化优化大设施专业人才队伍建设，并从制度设计上激发各类人才的工作积极性与潜力，对发挥大设施效能、提高国家科技竞争

① 国家重大科技基础设施建设中长期规划(2012—2030年). (2013-03-04)[2024-02-01]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2013-03/04/content_5176.htm.

力有着重要意义。

本文聚焦国家大设施建设和运行过程中的专业人才队伍建设问题，调研了多个处于不同阶段如正在建设中、刚刚完成建设和已经稳定运行多年的典型大设施，梳理了人才队伍建设状况和突出问题。在此基础上，本文以全球范围内X射线自由电子激光领域的标杆装置为例开展分析，包括美国SLAC国家加速器实验室的直线加速器相干光源、欧洲X射线自由电子激光装置、日本理化学研究所自由电子激光装置、韩国浦项自由电子激光装置，总结了这些国际装置在人员经费、人才结构、待遇和晋升方面的经验。为助力我国更好地依托大设施建设世界科技强国，结合国内现状和国际先进经验，本文提出了3点针对强化优化大设施专业人才队伍建设的政策建议。

1 大设施的多元人才体系

大设施是科学家开展前沿实验以取得科技突破的重要平台。但这些实验是在实验操作人员、系统工程师和设施运行管理人员等一系列专业人员的共同努力下完成的。这些专业人员在科研项目中承担了工艺、测试、数据分析、用户管理等工作，是大设施发挥效能的关键支撑力量，与科研人才一起构成了大设施的多元人才体系。图1呈现了大设施生命周期不同阶段的主要活动以及所需的专业人才。可以看到，在设施预研、建设、运行维护和改造退役的每个环节，科研人才、工程建设人才、实验人才、其他技术人才和管理人才都发挥了重要作用，共同决定了大设施创新效能的发挥。

科研人才是大设施的主要使用者。他们提出科学问题、设计实验方案、分析实验数据并得出科学结论，在设施的预研、建设和改造退役阶段与设施工程人员和管理人员深度协作。工程建设人才负责按照科学家的科研需求对大设施进行设计、建设、调试和改造，确保大设施的实验条件和性能符合探索科学问题的需求。实验人才是大设施在进行科学实验阶段的重要技术辅助力量。他们是设施中最熟悉装置操作流程、参数调节、技术问题识别与处理的专业人员，主要职责包括为科学家的科研实验准备所需材料、进行大部分实验操作、记录和分析实验数据、撰写技术文档等和科研实验直接相关的技术工作。由于和科研实验联系紧密，实验人才主要参与设施在运行维护阶段和改造阶段的工作。除了实验技术人才外，大设施的运行还需要一些其他技术人才提供保障，如设施系统工程师、放射性样本防护管理员、数据及系统维护管



图1 大设施生命周期的主要活动和参与人员

Figure 1 Main activities and different personnel required in life cycle of large-scale research infrastructure

理员等。管理人才负责统筹设施的建设和运行，承担用户管理、用户科普和组织专业学术会议等工作，并且负责设施的人事、财务、公共服务等传统管理工作。管理人才往往为复合型人才，不仅需要具备项目管理能力、团队领导能力和沟通协调能力，还需要具备扎实的科学和工程技术背景，能够理解和把握基础设施的技术原理和运行机制。

虽然近年来大设施得到政府和科学界的广泛重视，但我国大设施整体水平与提升原始创新能力和支撑重大科技突破的目标仍有差距，一些大设施的科技水平和使用效能还需提高，同时管理体制机制有待优化。特别是由于待遇不高、考核不合理、职业前景不明朗等原因，一些设施的工程建设人才、实验科学家、专业工程师和管理骨干流失严重。他们的发展受限将对大设施的建设和运行产生了严重不良影响，包括项目建设的不稳定甚至延误、科学家开展实验受限、设施使用效率不高甚至实验安全隐患等。因此，提升大设施效能，加强专业人才队伍建设刻不容缓。

2 我国大设施专业人才队伍建设的突出问题

2012—2023年，笔者团队对国内5个大设施进行了长期跟踪。这些设施来自3座城市，并分别处于建设中、刚刚完成建设和已稳定运行多年等不同阶段。笔者团队共进行了8次现场调研，针对设施的项目建设方、设施管理者、实验站工程师和科学家用户进行了15次半结构化访谈和4次专家座谈会。根据调研结果总结了有关大设施人员经费与人才考核的3个突出问题。

2.1 大设施建设经费中人员经费不足

大设施人才队伍建设面临的主要难题之一是设施建设过程中缺乏足够的人员经费支持。根据2014年出台的《国家重大科技基础设施管理办法》，大设施主要由国家投资建设，地方政府等主管单位应制定和落实各项配套政策，而国家拨付的设施建设费中一般不包含人员费用。以中国科学院高能物理研究所（以下简称“高能所”）承担大设施建设任务为例，工程建设的工作需要额外人员，但这部分人员没有专门经费支持，大部分人员经费来自高能所自己的编制人员费。财政经费可以提供一部分额外的资金来支持返聘和外聘人员，如以3 000元/月的待遇进行临时招聘，但这样的待遇很难招到符合要求的人才[2]。又如，据笔者团队调研的某设施反映，国家发展和改革委与地方政府共同拨付的建设经费中没有人员费这个科目。因此，参与该设施建设的各类专业人员，包括工程建设人员、技术人员和管理人员等都需要挂靠在该项目依托的科研单位。这些专业人员的待遇、招聘和考核也因此参照依托单位的规定或办法，这导致与大设施建设相关任务的复杂性和独特要求产生了错配。当依托单位为科研院所或高校时，因其对招聘人员学历的较高要求，容易导致设施难以招聘到合适的工程建设技术人员的情况。

大设施建设费中缺乏人员经费的制度原因是大设施属于国家基本建设项目。按照财政部2016年公布的《基本建设财务规则》，“建设成本是指按照批准的建设内容由项目建设资金安排的各项支出，包括建筑安装工程投资支出、设备投资支出、待摊投资支出和其他投资支出”。因此，人员绩效费用不属于建设成本的支出范围。近年来，一些大设施建设过程中缺乏人员经费支持的问题已变得十分突出。2017年，全国政协十二届全国委员会向国家发展和改革委提出过《关于完善国家重大科技基础设施建设经费投入机制的提案》，建议在国家重大科技基础设施建设费中列支人员绩效费用。国家发展和改革委的回复意见是将督促大设施建设主管部门和依托单位按照《国家重大科技基础设施管理办法》建立健全符合国家重大科技基础设施建设特点的人力资源管理制度，制定相应的考核和激励办法，组建并稳定一支专职的研制、工程、管理人员队伍。目前，该管理办法对大设施主管部门和

依托单位在提供人员经费方面责任的描述较为笼统。随着我国大设施的建设进入高速发展期，建设期间专项人员经费的不足可能严重制约大设施人才队伍的建设和设施本身的发展。

2.2 设施人才考核体系不合理

*许多大设施还面临着人才考核激励与任务不匹配的问题。*长期以来，基础研究都被认为是科学技术进步的动力和经济发展的最初源头[9,10]，对科研人员的评价标准主导了我国对创新人才的评价，特别是针对专业工程技术人员和创新管理人员等其他类型人才的评价和激励制度尚不成熟。然而大设施真正发挥其科学效益需要依赖一支涵盖基础科研人才、实验科学家、技术工程师、装置管理人才等多元创新人才的队伍，因此需要制度支持去激发各类人才的创新活力和潜力。笔者团队在调研中遇到的一个普遍问题就是，对实验科学家、技术工程师等不同人才的考核需要参照这些人员依托单位的规定或办法，考核指标往往以论文和科研项目为主。这一现象导致这些人才不愿把精力花在仪器研制、技术攻关和运行优化上，从而对大设施的建设和运行产生不利影响。

以笔者团队调研的某大设施为例，虽然其在人员考核方面已经做出了一系列改进，但目前仍面临明显的专业技术人员流失问题。主要有2点原因：① 该设施对技术人员有着较高的要求，往往需要其获得博士学位并有相关工程实施经验，而这类人才在产业界可以找到待遇更高的工作。② 受限于该设施依托单位的规定，目前该设施的专业工程人员并不能指导硕士生或博士生，难以形成团队。这从一定程度上增加了他们开展科研和技术攻关的难度，因此这部分人才也更容易流失。在笔者团队调研的另一大设施中，实验科学家和线站工程师普遍反映他们目前的薪资待遇不高，特别是和科研人员相比。此外，他们的职称评定“主要看论文和项目，但工作内容更多是与工程和实验相关，不利于发表科研论文”。这导致这部分人才评职称面临较大困难，副教授或高级工程师往往是他们的职业“天花板”，哪怕再优秀的专业技术人才也很难获得正高级别的职称。

3 国外大设施人才队伍建设经验

与我国相比，美国、英国、德国、法国、日本等世界主要科技强国更早地建设并运行了一批世界领先的大设施，这些国家在大设施人才队伍建设方面有一些可以借鉴的经验。为了保证国外设施对国内被调研设施的可借鉴性，笔者选取了X射线自由电子激光（XFEL）这类大设施开展分析。

XFEL是20世纪末发展起来的新技术，具有极高的亮度和短脉冲宽度。XFEL可用于研究材料的结构、动力学过程、化学反应等，在物理学、化学、生物学等领域具有广泛的应用价值[11]。德国在2005年率先建成开放德国汉堡电子同步加速器中心自由电子激光装置（FLASH），美国随后在2009年建成美国SLAC国家加速器实验室直线加速器相干光源（LCLS）并在2010年向用户开放该装置。世界范围内的主要自由电子激光装置还包括：日本理化学研究所自由电子激光装置（SCALA）、韩国浦项自由电子激光装置（PAL-XFEL）和欧洲多个国家共建的欧洲X射线自由电子激光装置（European-XFEL）等。

根据这些国外设施官方网站或设施隶属实验室官方网站的信息，笔者总结了它们在人员经费、人才结构、人才待遇和晋升方面的情况。

3.1 人员经费

*在人员经费方面，国外的大设施会根据设施的生命周期特点来科学规划设施的总体费用预算，而且非常重视运行期间所需要的人员费用，会在设施开放进入成熟期后逐渐增加人员费用预算。*这样的费用比例调整非常符合设施的生命周期发展——设施运行进入成熟期后会吸引更多的科学家来进行实验，从而需要更多的专业技术人才辅助实验进行。

在国外XFEL装置中，欧洲European-XFEL装置的费用预算信息最为全面，也非常具有代表性。该装置总体建设预算约为12.5亿欧元（2005年价值），预算资金来自欧盟各股东国及欧盟“地平线2020计划”等第三方资金。2018年首次全年运行时，预算总额为1.696亿欧元，其中1.176亿欧元（69.3%）与运行有关。就其运行费而言，2018年为1.176亿欧元、2019年为1.186亿欧元、2020年为1.32亿欧元、2021年为1.373亿欧元。从European-XFEL在2016—2020年期间每年预算中维护费、人员费和资产设备费的占比（图2）可以看到，从2020年起人员费就成为占比最大的支出类别，为5 860万欧元，占到44%，这一比例远超国内几乎所有大设施。

3.2 人员结构

*在人员结构方面，国外的大设施重视科学家与其他专业人才的协同发展。*一个具体表现是，当设施开始运营后，科研人员的数量会逐步上升并达到稳定。为了更好地支持和辅助科学家开展实验，设施也会增加其他类型的人员，包括专业技术人员和管理人员等。等设施进入稳定期后，科学家与其他人才会基本达成1:1的比例。

例如，从European-XFEL开放后5年内（2016—2020年）的设施人员构成（图3a）可看出：科学家的占比最大，从2016年的156人增加到了2020年的225人；工程师和技术人员从2016年的131人增加到了2020年的183人。管理人员从2016年的50人增加到了2020年的76人，增幅最大，达到52%。从PAL-XFEL开放后5年内（2017—2021年）的人员构成（图3b）可看出，其中大约一半为科研人员，另有很大一部分技术人员，其占比从2017年的37%上升到了2021年的42%。此外，PAL-XFEL的管理人员团队较为稳定，约占总人数的10%。可以看到这两个装置将近一半的人员都是专业技术人员与管理人员。

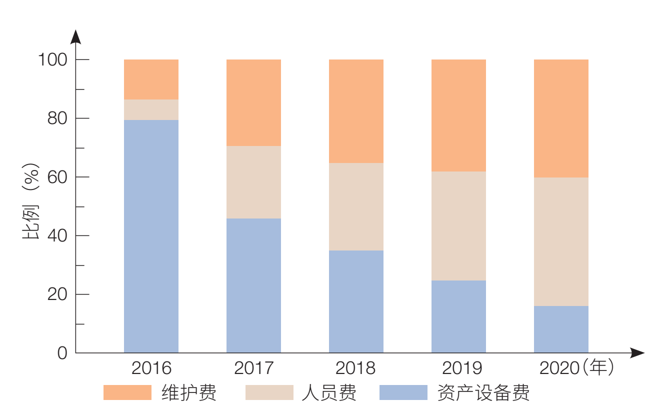


图2 欧洲X射线自由电子激光装置的资产设备费、人员费和维护费在预算中的占比

Figure 2 Proportion of European-XFEL’s capital costs, personnel costs, and recurrent costs in the budget

与笔者团队调研的国内某大设施主体相比，其目前的研究人员（包括教授序列和研究员序列人员）占比71%、工程师占比18%、行政管理人员占比11%。工程师和管理人员29%的占比远低于国外同类型设施。值得注意的是，国内设施的工程技术人员可以选择成为研究员序列人员，因此29%的数字低估了国内设施的工程人员和行政人员占比。但这也反映出“人才层次论”[12]下国内专业工程技术人才面临的困境，即同等条件下科研人员的待遇往往高于技术人员。

3.3 人才待遇和晋升

*在人才待遇和晋升方面，国外大设施的科学家和其他专业人才的薪资并不存在明显的差异。*更重要的是，国外设施会根据不同类型人才的职业发展特点来设置岗位级差，为各类人才提供较清晰的职业发展路径。

例如，European-XFEL的员工分为E1—E15共15个等级，且每个等级中又有6个不同级别，对应着不同的薪资水平（表1）。其中E5—E8级别的工作需要完成职业教育，E9—E12级的工作需要具有本科学位或专注于应用科学、工程技术或技术创新的应用技术大学学位，E13级以上的工作需要有硕士或博士学位。可以看到，在所有等级中，最高级别（6级）的薪水约为最低级别（1级）的1.2—1.5倍。这个差距较小，

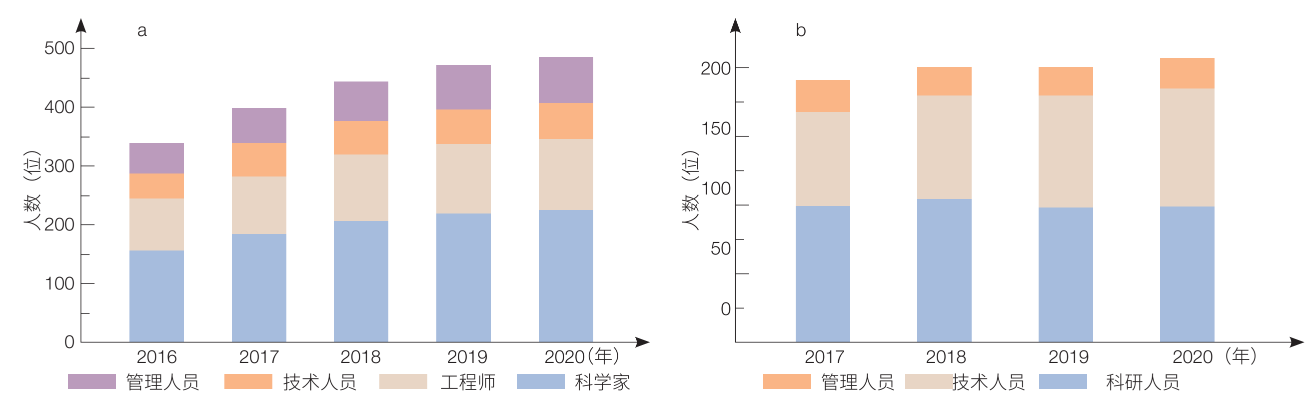


图3 欧洲X射线自由电子激光装置（a）和韩国浦项自由电子激光装置（b）的人员构成

Figure 3 Personnel composition of European-XFEL (a) and PAL-XFEL (b)

由于数据限制，韩国浦项自由电子激光装置（PAL-FEEL）的人员信息包括了PLS-II的人员。PLS-II（Pohang Light Source II）是韩国浦项加速器实验室的一座第三代同步辐射光源，与PAL-XFEL同时隶属于韩国浦项加速器实验室

Due to data limitations, personnel of PAL-FEEL include those from PLS-Il (Pohang Light Source II), which is a third-generation synchrotron radiation light source. These two large-scale research infrastructures are both affiliated with the Pohang Accelerator Laboratory in South Korea

体现了欧洲在减少经济社会差距、提供平等就业机会和薪酬待遇方面的成效。同一序列不同层级的薪资差距在美国更为明显。根据LCLS的招聘信息，该设施的主管工程师有5个级别，其中最高级的年薪可以达到最低级的3.1倍（表2）。

国外XFEL设施的专业技术人员和管理人员薪资水平整体上较高，在European-XFEL和LCLS拥有博士学位的工程师的年薪可以达到6万欧元或10万美元以上。值得注意的是，与我国的情况不同，国外大设施工程技术人才的薪资并不比科研人员低。例如LCLS不同层级主管工程师的年薪可以达到大学助理教授或副教授的中位数水平。

总的来说，根据国外经验，大设施需要根据设施的生命周期特点来合理规划人员费用、结构以及专业技术人员的考核与晋升方案。此外，由于国外对大设施的考核往往涵盖是否实现设施科学目标、设施运行情况、管理水平、人才培养、经费使用有效性等多个方面[13]，大设施专业技术人员的考核并不会以专利数、论文数等指标简单衡量[14,15]。这些方面都非常值得我国的相关主管部门及政府决策部门借鉴参考。但也应该注意到，国外经验需要根据我国国情因地制宜进行调整运用。例如，在设施的预算投入方面，地方

表1 欧洲X射线自由电子激光装置的人员月薪水平(欧元)

Table 1 European-XFEL staff salary levels (monthly salary, euros)

	级别1	级别2	级别3	级别4	级别5	级别6
E15	4 928.35	5 263.48	5 637.30	6 147.62	6 672.58	7 017.95
E14	4 462.65	4 766.11	5 162.41	5 602.17	6 092.39	6 444.31
E13	4 113.41	4 445.99	4 824.60	5 235.66	5 719.35	5 981.85
E9—E12	3 301.55	3 626.21	3 912.73	4 247.61	4 661.16	4 861.75
E5—E8	2 677.80	2 869.76	2 997.03	3 125.96	3 252.62	3 317.21
E1—E4	2 330.49	2 517.98	2 598.85	2 687.57	2 794.17	2 887.98

表2　美国SLAC国家加速器实验室直线加速器相干光源部分岗位薪资水平

Table 2　Examples of salary levels for LCLS positions

岗位	年薪（美元）
资深主管工程师5	214 000—261 000
主管工程师4	180 000—229 000
主管工程师3	140 000—198 000
主管工程师2	84 000—141 000
主管工程师1	84 000—141 000

财政支持可能会存在着资金匹配的难度。此外，在人才的等级收入差距设置方面，由于我国不同地区的发展水平和财政收入差异，较大的等级收入差距可能会加剧地区间人才储备的不平衡。

4 结论与建议

虽然许多研究都强调了高水平人才对大设施效能发挥的重要性，但是这些研究主要集中在科研人才队伍的建设上[16,17]，缺少对大设施工程建设人才、实验人才、设施运营管理人才等其他支撑力量的关注。基础科研人员是科技创新的生产力，技术人员和管理人员则是实现生产力的重要生产关系。因此，在致力于建设体系化、高层次基础研究人才培养平台的同时，也要着眼于进一步完善大设施技术人员和管理人员的差异化评价和长周期支持机制，坚持走基于大型设施建设和发展的支撑人才自主培养之路，最大化发挥大设施的科学和社会效益。

结合国内调研结果和国外大设施的相关经验，建议从大设施建设和运行期间人员经费支持、人才分类考核评价体系以及人才分类激励方案3个方面进行改革。

（1）根据大设施的生命周期，保障支撑设施人才队伍发展的经费来源。建议充分借鉴国际同行的经验，将大设施专业人才队伍建设视为大设施管理的重要组成部分。这一点需要大设施的主管部门和依托单位重视除科研人才外的各类专业人才对设施高质量发展的重要性，充分认识到不同类型人才在设施不同发展阶段的重要作用，并根据设施的生命周期适时增加对人员费用的投入。特别地，国家在设施建设期内可以考虑额外列支人员经费，或在大设施管理办法中明确地方政府等设施主管单位、科研院所等设施建设依托单位在人员费上的配套支持，确保大设施的平稳建设。在设施运行期内，除了争取设施主管部门和依托单位对人员编制和经费的支持及投入，大设施本身还可以联合科学技术部、国家自然科学基金委员会、地方科学技术委员会等部门发展其他多渠道运行资金来源，包括科研项目经费、人才项目经费、企业资金等，以支持设施运行队伍的稳定发展、保障设施的科学效益发挥。

（2）建立科学合理的分类人才考核评价体系，提高大设施专业人才队伍的稳定性和积极性。大设施的建设和运营有许多工程管理、技术攻关和实验保障的内容，具有工程和科研的双重性，应当充分考虑设施的建设和运行支撑人员队伍的特点与需求，制定适应大设施发展规律的人员管理制度。具体来说，建议设施主管单位和依托单位设计灵活多样的评价机制，以激励不同类型的大设施专业人才发挥其专长和潜能。① 针对专注于技术研发或实验保障、不发表论文的专业技术人员，应该制定与其任务完成情况相适宜的考核制度，以最大化大设施科学和社会效益为首要目标，发挥这类人员的潜能和积极性。② 在职称评定上，设施主管部门和依托单位应消除职业歧视，为表现优秀的工程和技术人员提供更多晋升机会，激励他们持续进步。对于管理设施建设和运行的专业人员，建议基于大设施工程管理的复杂性和重点难点，制定更符合其实际工作内容的考核指标，从管理角度提升大设施效能。

（3）制订行之有效的人才激励方案，推动大设施专业人才队伍的高质量发展。大设施的长期稳定发展

离不开一支高水平的专业人员队伍，更加离不开保障人才队伍具备长期竞争力的制度设计。建议大设施支撑人员的队伍建设不但要保障设施建设和运行中的人员经费，还要考虑给予高水平人才足够的激励与回报。① 设施主管部门和依托单位应该合理设置薪资待遇。为了吸引和留住顶尖的实验科学家、技术工程师和设施管理者，我们建议适度提高岗位序列中的最高级别工资和职称待遇。② 应坚持工程人才与科研人才并重的原则，为不同类别的大设施专业人才规划清晰的职业发展路径。③ 为科研人才以外的大设施专业人才提供相对平等的学生培养机会和生活配套设施支持，以吸引更多高水平技术人员和管理人员积极参与国家大设施的建设与发展。

参考文献

1 习近平. 加强基础研究 实现高水平科技自立自强. 求是, 2023, (15): 4-9.

Xi J P. Strengthen basic research and achieve high-level scientific and technological self-reliance. Qiushi, 2023, (15): 4-9. (in Chinese)

2 王大洲, 籍兆源. 北京正负电子对撞机工程管理体系的建构——罗小安研究员访谈录. 工程研究-跨学科视野中的工程, 2021, 13(5): 451-462.

Wang D Z, Ji Z Y. Engineering and management system of BEPC: An interview with Luo Xiaoan. Journal of Engineering Studies, 2021, 13(5): 451-462. (in Chinese)

3 邓泉, 尹红星, 韩效锋, 等. 国家重大科技基础设施建设管理探索与创新——以聚变堆主机关键系统综合研究设施(CRAFT)为例. 科技管理研究, 2023, 43(6): 190-195.

Deng Q, Yin H X, Han X F, et al. Exploration and innovation in the construction and management of national large-scale research infrastructures: A case study of CRAFT. Science and Technology Management Research, 2023, 43(6): 190-195. (in Chinese)

4 Lundvall B A. National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. London: Pinter Publishers, 1992.

5 黄鲁成. 关于区域创新系统研究内容的探讨. 科研管理, 2000, 21(2): 43-48.

Huang L C. Discussion on the research content of regional innovation system. Science Research Management, 2000, 21(2): 43-48. (in Chinese)

6 吴晓波, 吴东. 论创新链的系统演化及其政策含义. 自然辩证法研究, 2008, 24(12): 58-62.

Wu X B, Wu D. On the systematic evolution of the innovation chain and its policy implications. Studies in Dialectics of Nature, 2008, 24(12): 58-62. (in Chinese)

7 王婷, 陈凯华, 卢涛, 等. 重大科技基础设施综合效益评估体系构建研究——兼论在FAST评估中的应用. 管理世界, 2020, 36(6): 213-236.

Wang T, Chen K H, Lu T, et al. Research on the construction of a comprehensive performance assessment system for large-scale research infrastructures—Application to the assessment of FAST. Management World, 2020, 36(6): 213-236. (in Chinese)

8 王贻芳. 中国重大科技基础设施的现状和未来发展. 科技导报, 2023, 41(4): 5-13.

Wang Y F. The current situation and future development of China's large-scale research infrastructure. Science and Technology Review, 2023, 41(4): 5-13. (in Chinese)

9 Bush V. Science, the Endless Frontier. Washington, DC: National Science Foundation, 1945.

10 柳卸林, 常馨之, 杨培培. 加强企业基础研究能力, 弥补国家创新体系短板. 中国科学院院刊, 2023, 38(6): 853-862.

Liu X L, Chang X Z, Yang P P. Strengthening basic research capabilities of enterprises and making up for the shortcomings of the national innovation system. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2023, 38(6): 853-862. (in Chinese)

11 李鹏, 黎明, 吴岱, 等. 我国自由电子激光技术发展战略研究. 中国工程科学, 2020, 22(3): 35-41.

Li P, Li M, Wu D, et al. Research on the development strategy of free electron laser technology in China. Strategic Study of CAE, 2020, 22(3): 35-41. (in Chinese)

12 陈力凡. 重大科技基础设施要发挥好"科技利器"作用. 光明日报, 2023-05-11(16).

Chen L F. Large-scale research infrastructure must play a good role as a “scientific and technological weapon”. Guang Ming Daily, 2023-05-11(16). (in Chinese)

13 西桂权, 付宏, 刘光宇. 中国大科学装置发展现状及国外经验借鉴. 科技导报, 2020, 38(11): 6-15.

Xi G Q, Fu H, Liu G Y. Current status of development of big-science research infrastructures in China and reference from foreign experience. Science and Technology Review, 2020, 38(11): 6-15. (in Chinese)

14 王敬华. 德国大科学装置运行服务及管理评价机制. 全球科技经济瞭望, 2016, 31(10): 23-28.

Wang J H. Operation service and management evaluation mechanism of big-science research infrastructures in Germany. Global Science, Technology and Economy Outlook, 2016, 31(10): 23-28. (in Chinese)

15 杨耀云. 英国大科学装置的管理及运行服务评价. 全球科技经济瞭望, 2016, 31(10): 35-39.

Yang Y Y. Evaluation of management and operation services of big-science research infrastructures in the UK. Technology and Economy Outlook, 2016, 31(10): 35-39. (in Chinese)

16 王婷, 蔺洁, 陈凯华. 面向2035构建以重大科技基础设施为核心的基础研究生态体系. 中国科技论坛, 2020, (8): 7-9.

Wang T, Lin J, Chen K H. Build a basic research ecosystem with large-scale research infrastructure as the core towards 2035. Forum on Science and Technology in China. 2020, (8): 7-9. (in Chinese)

17 王贻芳, 白云翔. 发展国家重大科技基础设施, 引领国际科技创新. 管理世界, 2020, 36(5): 172-188.

Wang Y F, Bai Y X. Developing national large-scale research infrastructures and leading international scientific and technological innovation. Management World, 2020, 36(5): 172-188. (in Chinese)

Strengthen and optimize professional talent team building to enhance effectiveness of large-scale research infrastructures

YANG Xiyi[1] ZHANG Lingling[2,3,4] LIU Xielin[1,2] ZHOU Xiaoyu[1*]

(1 School of Entrepreneurship and Management, ShanghaiTech University, Shanghai 201210, China;
2 School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;
3 Key Laboratory of Big Data Mining and Knowledge Management, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;
4 MOE Social Science Laboratory of Digital Economic Forecasts and Policy Simulation, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract The construction and operation of large-scale research infrastructures involves not only basic scientific research issues, but also complex engineering and management issues. Therefore, strengthening and optimizing professional talent team-building is a key factor in comprehensively improving the effectiveness of large-scale research infrastructures. However, current management system of these infrastructures pays insufficient attention to professional engineering and technical talents and management talents in terms of financial support, talent evaluation, and incentive system construction, which has seriously reduced the stability and work enthusiasm of these talents, which in turn directly restricts the scientific and social benefits of the infrastructures. By investigating several typical domestic large-scale research infrastructures, this study sorts out their problems and difficulties in professional talent team-building. On this basis, combined with the advanced experience of international related infrastructures, this study puts forward three policy suggestions, aiming to enable China to better rely on large-scale research infrastructures to become a world scientific and technological power.

Keywords large-scale research infrastructure, professional team building, funding management, talent performance evaluation

杨锡怡 上海科技大学创业与管理学院副教授。主要研究领域:经济地理、科技与创新的空间分布、区域发展。
E-mail: yangxy@shanghaitech.edu.cn

YANG Xiyi Associate Professor at the School of Entrepreneurship and Management, ShanghaiTech University. Her research focuses on economic geography, geography of science, and regional development. E-mail: yangxy@shanghaitech.edu.cn

周小宇 上海科技大学创业与管理学院副教授。主要研究领域:战略管理、企业社会责任、技术与创新。
E-mail: zhouxy@shanghaitech.edu.cn

ZHOU Xiaoyu Associate Professor at the School of Entrepreneurship and Management, ShanghaiTech University. His research focuses on strategic management, corporate social responsibility, and innovation. E-mail: zhouxy@shanghaitech.edu.cn

■责任编辑：张帆

*Corresponding author